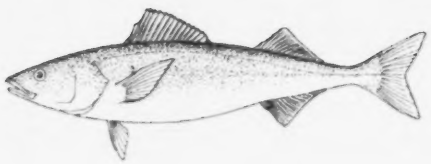
Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences des écosystèmes et des océans | Ecosystems and Oceans Science

Secrétariat canadien de consultation scientifique
Région du Pacifique | Avis scientifique 2017/017

UN MODÈLE RÉVISÉ D'EXPLOITATION DE LA MORUE CHARBONNIÈRE (*ANOPLOPOMA FIMBRIA*) EN COLOMBIE-BRITANNIQUE, AU CANADA, POUR 2017-2018



Morue charbonnière (Anoplopoma fimbri), courtoisie du MPO

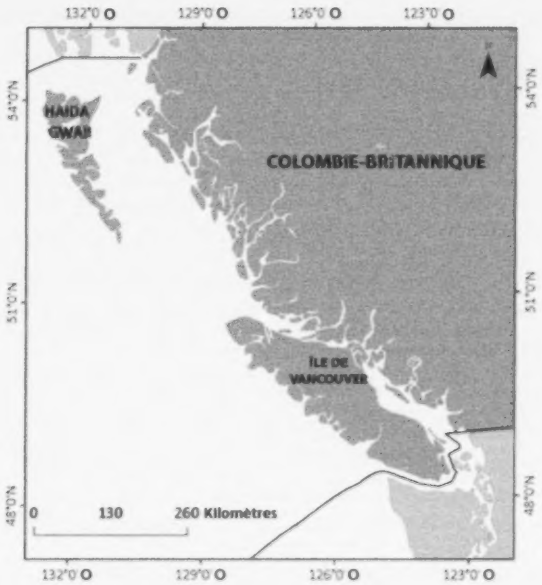


Figure 1. Zone d'évaluation et de gestion de la morue charbonnière en Colombie-Britannique (n'inclut pas les monts sous-marins.

Contexte

Pêches et Océans Canada (MPO) et l'industrie de la pêche à la morue charbonnière de la Colombie-Britannique (C.-B.) collaborent à un processus d'évaluation des stratégies de gestion (ESG) visant à élaborer et à mettre en œuvre une stratégie de pêche transparente et durable. La durabilité des stratégies de pêche est déterminée par des simulations testant des procédures de gestion de rechange dans des modèles d'exploitation qui représentent une fourchette d'hypothèses concernant la dynamique incertaine des stocks de morue charbonnière. Le rendement des procédures de gestion utilisées lors de ces essais est mesuré par rapport aux objectifs approuvés au préalable en matière de conservation et de prises pour le stock et la pêche.

Les révisions apportées au modèle d'exploitation de la morue charbonnière en 2016 ont amélioré le modèle adapté aux données et aux estimations résultantes du recrutement historique par rapport au modèle d'exploitation précédent (MPO, 2016). Ces améliorations offrent une plateforme stable pour les essais de simulation des procédures de gestion actuelles et alternatives pour vérifier leur solidité face à des dynamiques des stocks incertaines.

Les responsables compétents de la Gestion des pêches du MPO ont demandé conseil au Secteur des sciences du MPO pour éclairer la planification de l'année de pêche 2017-2018 de façon conforme à la politique du « Cadre pour la pêche durable du MPO » et à la politique du document « Un cadre décisionnel pour les pêches intégrant l'approche de précaution ».

Juin 2017

Canada

Le présent avis scientifique découle de l'examen régional par les pairs du 10 janvier 2017 sur l'Évaluation de la solidité des procédures de gestion pour la pêche à la morue charbonnière (Anoplopoma fimbria) en Colombie-Britannique, Canada, 2017-2018. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada (MPO).

SOMMAIRE

- La stratégie de pêche de la morue charbonnière de la Colombie-Britannique (*Anoplopoma fimbria*) est conçue d'après une procédure de gestion (PG) testée par l'intermédiaire de simulations par rapport à plusieurs scénarios de modèle d'exploitation qui représentent diverses hypothèses sur la dynamique des stocks et les pêches de morue charbonnière. Le modèle d'exploitation sous-jacent utilisé pour générer des hypothèses sur la dynamique des stocks et la pêche de la morue charbonnière a récemment été mis à jour pour inclure plusieurs changements structurels (MPO, 2016). Une réunion régionale d'examen par les pairs s'est tenue le 10 janvier 2017 pour évaluer le rendement de la procédure actuelle de gestion de la morue charbonnière et des procédures de gestion alternatives à l'aide du modèle d'exploitation révisé de 2016.
- La procédure de gestion actuelle utilise une règle de contrôle des prises avec un taux de récolte maximal établi au taux de récolte estimé au rendement maximal soutenu (URMS), ainsi qu'un seuil minimal du total autorisé des captures (TAC) de 1 992 tonnes (t) et une taille minimale de capture de 55 cm. L'évaluation portait également sur neuf procédures de gestion alternatives qui différaient par leur utilisation des seuils de TAC (0; 1 800; ou 1 992 t), leurs périodes de mise en place progressive jusqu'à un nouveau taux de récolte maximal (0, 3, 4 ou 5 ans), et la réglementation sur la remise à l'eau des poissons qui n'ont pas la taille réglementaire (remise à l'eau des morues charbonnières de moins de 55 cm ou conservation de toutes les prises de morues charbonnières, qui sont prises en compte pour le TAC). Chaque procédure de gestion alternative comportait un taux de récolte maximal de 5,5 %.
- La version révisée du modèle d'exploitation de la morue charbonnière a été adaptée (ou conditionnée) aux données sur la surveillance des stocks et sur les pêches recueillies entre 1965 et 2016. Cinq scénarios du modèle d'exécution ont été utilisés pour prendre en compte l'incertitude en ce qui concerne la productivité du stock et la biomasse du stock reproducteur femelle en 2016 (fSSB2016). Le modèle d'exploitation du scénario de référence utilisait la combinaison moyenne ou attendue de la productivité et de la fSSB2016, tandis que les quatre autres scénarios de modèle d'exploitation représentaient les combinaisons suivantes :
    1. Productivité élevée, fSSB2016 moyenne (hiProd/expSSB);
    2. Productivité faible, fSSB2016 moyenne (loProd/expSSB);
    3. Productivité moyenne, fSSB2016 élevée (expProd/hiSSB); et
    4. Productivité moyenne, fSSB2016 faible (expProd/loSSB).
- Les estimations de la biomasse du stock reproducteur femelle en 2017 (fSSB2017) étaient supérieures au point de référence limite (PRL) de 0,4BRMS, mais inférieures à la cible à long terme du BRMS dans quatre des cinq scénarios du modèle d'exploitation, où le BRMS est la biomasse du stock reproducteur femelle au rendement maximal soutenu (RMS). Dans le scénario expProd/loSSB, la fSSB2017 estimée était inférieure au PRL (fSSB2017/BRMS = 0,38). Les estimations de fSSB2017/BRMS variaient de 0,42 à 0,46 dans les quatre autres scénarios du modèle d'exploitation.

- Le rendement des 10 procédures de gestion a été mesuré par rapport aux cinq objectifs pour la pêche de la morue charbonnière en Colombie-Britannique (trois objectifs de conservation et deux objectifs sur les prises des pêches) qui ont été élaborés au moyen de consultations entre les gestionnaires des pêches, les scientifiques et les intervenants de l'industrie. Le rendement des procédures de gestion a été classé dans chacun des cinq scénarios du modèle d'exploitation, et pondéré dans les scénarios.
- Lorsqu'on l'a évaluée par rapport au modèle d'exploitation révisé (MPO, 2016), la procédure de gestion actuelle n'était pas en mesure d'atteindre les trois objectifs de conservation dans aucun des cinq scénarios productivité-biomasse du stock reproducteur du modèle d'exploitation et se classait systématiquement en dernière position en ce qui concerne le rendement en matière de conservation. Il est recommandé de prendre en compte les procédures de gestion alternatives pour la pêche de la morue charbonnière.
- D'après le rendement pondéré-moyen dans les cinq scénarios du modèle d'exploitation, les procédures de gestion qui incluaient des seuils de TAC n'étaient pas en mesure d'atteindre les objectifs de conservation, tandis que les procédures de gestion sans seuil de TAC pouvaient atteindre ces objectifs. La longueur de la période de mise en place progressive d'un taux de récolte maximal inférieur n'a pas eu d'effet majeur sur le rendement de la procédure de gestion par rapport aux objectifs de conservation.
- Les procédures de gestion qui comprennent l'ajout de la conservation de toutes les prises (ce qui signifie ici que tous les poissons ayant atteint la taille réglementaire et d'une taille inférieure à la taille réglementaire [< 55 cm] sont pris en compte pour le TAC) ont donné lieu à un meilleur rendement par rapport aux objectifs de conservation en comparaison avec les procédures de gestion identiques qui n'incluent pas la conservation de toutes les prises.
- Ni la procédure de gestion actuelle, ni aucune des procédures de gestion alternatives n'ont atteint des niveaux de fSSB supérieurs au BRMS, ou à 0,8 BRMS dans 50 % des années mesurées sur deux générations de morues charbonnières (le troisième objectif de conservation), bien que certaines procédures de gestion ont été en mesure d'augmenter la biomasse du stock reproducteur jusqu'à 0,8 BRMS d'ici la fin des deux générations de morues charbonnières (36 ans). Il est recommandé d'étudier davantage les compromis entre l'atteinte de 0,8 BRMS dans 50 % des années sur deux générations de morues charbonnières (l'objectif actuel) et l'atteinte de 0,8 BRMS en deux générations de morues charbonnières.
- En l'absence de la conservation de toutes les prises de morues charbonnières, une procédure de gestion comportant l'atteinte progressive d'un nouveau taux de récolte maximal ciblé de 5,5 % sur 5 ans a pu atteindre deux des objectifs de conservation, tout en fournissant des prises moyennes sur 10 ans de 1 690 t, sous le seuil actuel du TAC de 1 992 t.
- Le modèle d'exploitation révisé continue de supposer que le stock de morue charbonnière en Colombie-Britannique est une population fermée, malgré des signes probants de déplacements parmi les stocks de morues charbonnières le long de la côte ouest de l'Amérique du Nord. Ces mouvements pourraient avoir des répercussions sur les hypothèses formulées sur la dynamique des stocks de morues charbonnières en Colombie-Britannique (c.-à-d. recrutement, productivité) qui ne sont pas actuellement prises en compte par le modèle d'exploitation révisé ou qui ne se reflètent pas dans les évaluations du rendement des procédures de gestion.

- Un échantillonnage non uniforme des données liées à la composition selon l'âge des prises commerciales (seules les données sur la composition selon l'âge dans le cadre de la pêche au casier sont actuellement disponibles) a alimenté les problèmes liés au modèle systématiquement observés pendant le processus d'évaluation des stratégies de gestion de la morue charbonnière en Colombie-Britannique (Cox *et al.*, 2011; MPO, 2011, 2014). Il est recommandé de porter attention à la conception et à la mise en œuvre d'un programme d'échantillonnage des prises commerciales dans l'ensemble des secteurs de pêche.
- L'évaluation de la stratégie de gestion représente un processus itératif de changement et d'amélioration. Il est recommandé de réévaluer le caractère adéquat des modèles d'exploitation et des procédures de gestion de la morue charbonnière de la Colombie-Britannique tous les trois ans.

INTRODUCTION

Pêches et Océans Canada (MPO) et l'industrie de la pêche de la morue charbonnière (*Anoplopoma fimbria*) de la Colombie-Britannique (C.-B.) collaborent à un processus d'évaluation des stratégies de gestion (ESG) visant à élaborer et à mettre en œuvre une stratégie de pêche transparente et durable pour la morue charbonnière en Colombie-Britannique. La durabilité des stratégies de pêche est déterminée par des simulations testant des procédures de gestion (PG) de rechange dans des modèles d'exploitation qui représentent une fourchette d'hypothèses concernant la dynamique des stocks et des pêches de morue charbonnière. Le rendement des procédures de gestion utilisées pendant ces essais est mesuré par rapport aux objectifs approuvés au préalable en matière de conservation et de prises pour le stock et la pêche (Cox *et al.* 2011, MPO 2014).

L'évaluation des stratégies de gestion de la morue charbonnière se divise en quatre composantes :

1. Des objectifs opérationnels des pêches utilisés pour évaluer l'acceptabilité des autres procédures de gestion.
2. Une procédure de gestion qui précise les données utilisées (prises débarquées totales et trois indices liés à l'abondance), une méthode d'évaluation (modèle de production réglé Schaefer de type état-espace) et une règle prudente de contrôle des prises utilisant les points de référence B_{RMS}, U_{RMS} et la biomasse exploitable estimée par le modèle de production.
3. Une évaluation fondée sur la simulation concernant la procédure de gestion par rapport à plusieurs modèles d'exploitation représentant d'autres hypothèses relatives à la dynamique des stocks de morue charbonnière.
4. L'application et la surveillance de la procédure de gestion utilisée.

Le processus d'évaluation des stratégies de gestion est guidé par des objectifs de pêche mesurables et quantifiables. Les objectifs de conservation et de pêche sont élaborés de façon itérative dans le cadre de consultations entre des gestionnaires des pêches, des scientifiques et des intervenants de l'industrie (Cox et Kronlund, 2009; Cox *et al.*, 2011; MPO, 2014), et ils sont sélectionnés pour être conformes à la politique du cadre décisionnel pour les pêches intégrant l'approche de précaution du MPO (MPO, 2009). Les cinq objectifs orientant cette pêche sont les suivants :

1. Maintenir la biomasse du stock reproducteur femelle (fSSB) au-dessus du point de référence limite PRL = $0{,}4B_{RMS}$, où B_{RMS} est la fSSB du modèle d'exploitation à son

rendement maximal soutenu (RMS), dans 95 % des années mesurées sur deux générations de morues charbonnières (36 ans).

2. Lorsque la fSSB se trouve entre $0,4B_{RMS}$ et $0,8B_{RMS}$, limiter la probabilité de déclin au cours des 10 prochaines années entre une valeur très faible (5 %) au PRL à une valeur modérée (50 %) au B_{RMS}. À des niveaux intermédiaires de l'état du stock, définir la tolérance au déclin en effectuant une interpolation linéaire entre ces probabilités.
3. Maintenir la fSSB au-dessus de
   a. B_{RMS}, ou
   b. $0,8\ B_{RMS}$

   lorsque les niveaux de biomasse se situent sous $0,8B_{RMS}$, dans 50 % des années mesurées sur deux générations de morues charbonnières.
4. Maximiser la probabilité que les niveaux annuels des prises restent au-dessus de 1 992 tonnes (t) mesurés sur deux générations de morues charbonnières.
5. Maximiser les prises annuelles moyennes sur 10 ans afin de respecter les objectifs 1 à 4.

Les objectifs 1 à 3 sont liés à la conservation, tandis que les objectifs 4 et 5 sont liés aux prises. L'objectif 4 a été proposé pour refléter le niveau de prises minimal actuel acceptable pour l'industrie de 1 992 t (MPO, 2014). La procédure de gestion actuelle pour la morue charbonnière de Colombie-Britannique utilise un seuil du total autorisé des captures (TAC) de 1 992 t pour s'assurer de l'atteinte à 100 % de cet objectif et agit ainsi essentiellement comme protection économique de la pêche.

Le processus d'évaluation des stratégies de gestion de la morue charbonnière est en place depuis 2009 (Cox *et al.*, 2009), avec des mises à jour en 2011 (Cox *et al.*, 2011) et 2014 (DFO, 2014). Les essais de simulation des procédures de gestion pendant les deux dernières mises à jour étaient basés sur un modèle d'exploitation sélectionné dans le cadre du processus de 2011 (Cox *et al.*, 2011; DFO, 2011). Des changements structurels apportés à ce modèle d'exploitation visant à améliorer le modèle pour l'adapter aux observations clés ont été examinés et mis en œuvre en 2016 (DFO, 2016). Dans le présent document, le modèle d'exploitation de la morue charbonnière révisé en 2016 est utilisé pour évaluer le rendement de la procédure de gestion actuelle et neuf procédures de gestion alternatives par rapport à cinq scénarios plausibles du modèle d'exploitation qui représentent des hypothèses alternatives sur la productivité du stock et la biomasse du stock reproducteur en 2017.

Gestion de la pêche à la morue charbonnière

La morue charbonnière est exploitée par des pêches dirigées à la palangre, aux casiers et au chalut. La morue charbonnière est également capturée par les pêches au poisson de fond non dirigées à la palangre qui ciblent le flétan du Pacifique (*Hippoglossus stenolepis)*, les sébastes (*Sebastes* sp.) et la morue-lingue (*Ophiodon elongatus*). Les pêches à la morue charbonnière en Colombie-Britannique sont gérées par l'intermédiaire de quotas individuels transférables (QIT) alloués chaque année à 48 titulaires de permis de pêche à la morue charbonnière (cela représente 91,25 % du TAC) et à 139 titulaires de permis de pêche au poisson de fond avec chalut (8,75 % du TAC). Les pêcheurs pratiquant la pêche dirigée qui cible la morue charbonnière et la pêche commerciale non dirigée au poisson de fond obtiennent un quota individuel transférable (QIT) pour rendre compte des mortalités de la morue charbonnière débarquée ou remise à l'eau (longueur à la fourche de plus de 55 cm). En vertu de la réglementation depuis 1977, la morue charbonnière doit être remise à l'eau lorsque sa longueur

à la fourche est inférieure à 55 cm. La pêche intégrée au poisson de fond en C.-B. (MPO 2013) débute le 21 février de l'année en cours et se termine le 20 février de l'année suivante, avec des indemnités pour le report des dépassements et des déficits de quotas. Le TAC pour l'année de pêche 2015-2016, à l'exception des dépassements et des déficits de quotas, a été fixé à 1 992 tonnes métriques (t), une baisse par rapport aux 2 129 tonnes autorisées pendant l'année de pêche 2014-2015.

Les débarquements de morue charbonnière ont varié de 1 713 tonnes (2014) à 7 408 tonnes (1975) depuis 1969 et étaient en moyenne de 4 741 tonnes chaque année pendant la période de 1969 à 1999 (figure 2). Les débarquements ont diminué de 4 642 tonnes en 2005 à 1 713 tonnes en 2014, suivant la réduction du TAC au cours de la même période.

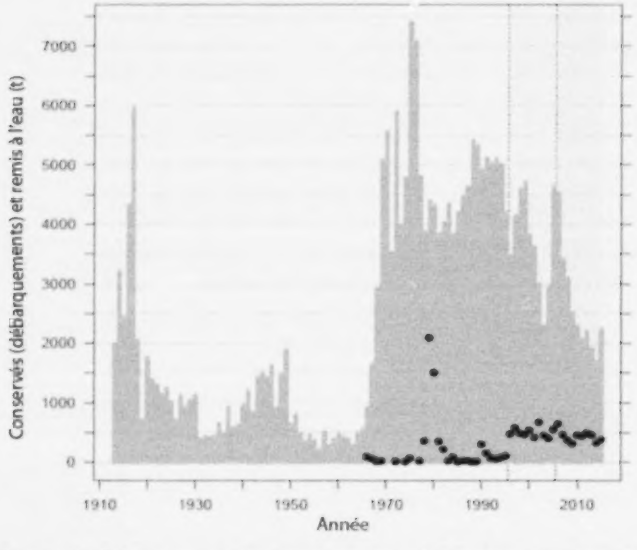


Figure 2. Prises annuelles conservées de morue charbonnière (tonnes métriques, t) de 1913 à 2015 à partir de sources commerciales (barres grises). Les prises annuelles remises à l'eau sont indiquées comme étant déclarées (points noirs). Les lignes pointillées verticales délimitent la période d'observateurs en mer pour la pêche au chalut de 1996 à 2006. Les données sur les prises pour 2015 sont complètes jusqu'au 31 octobre pour les prises conservées (barres grises) et remises à l'eau (points noirs).

Avant 1996, la déclaration des remises à l'eau était volontaire, principalement par le secteur de la pêche au chalut, et d'importantes remises à l'eau ont été signalées au cours des quelques années qui ont suivi l'occurrence de la grande classe d'âge de 1977. Les remises à l'eau de la morue charbonnière signalées par le secteur de la pêche au chalut ont augmenté en 1996, lorsque le programme des observateurs en mer a été mis en œuvre, et après 2006 lorsque la vérification de la surveillance électronique en mer a été largement introduite.

La mortalité des poissons remis à l'eau (c.-à-d. mortalité par rejet) représente une grande incertitude dans les estimations de la mortalité par pêche (F), car ces poissons ne sont pas mesurés. Les déterminants de la mortalité découlant des remises à l'eau de la morue charbonnière sont liés au type d'engin, aux différences en fonction de la taille observées dans la sensibilité au stress provoqué par les facteurs environnementaux qui interagissent, ainsi qu'à la mortalité retardée à la suite de la remise à l'eau en raison des effets cumulatifs du stress ou de

la prédation qui suit la remise à l'eau. Des déductions sont faites à partir des quotas lorsque les morues charbonnières de taille réglementaire sont remises à l'eau en utilisant les taux de mortalité dépendant de l'équipement. Toutefois, aucune déduction de quotas n'est appliquée aux remises à l'eau de poissons qui n'ont pas atteint la taille réglementaire, car ces derniers doivent être relâchés en vertu de la réglementation (MPO, 2014).

La morue charbonnière est caractérisée par une croissance rapide à un jeune âge qui est suivie d'une croissance extrêmement lente à un âge plus avancé (Kimura *et al.*, 1993). L'espèce présente une croissance sexuellement dimorphe. Les femelles atteignent une taille selon l'âge plus importante que les mâles après la maturation, à l'âge de cinq ou sept ans environ. On pense que la morue charbonnière en Colombie-Britannique et en Alaska fraie de janvier à avril (Beamish et McFarlane, 1983, Hanselman *et al.*, 2015), avec un pic de frai en février.

ANALYSE

Procédures de gestion

Une procédure de gestion de la morue charbonnière consiste en la surveillance des données, une méthode d'évaluation des stocks, une règle de contrôle des prises (RCP) qui fournit un taux de récolte annuel basé sur l'estimation de l'état du stock et des règles pour la remise à l'eau des morues charbonnières de taille non réglementaire. Toutes les procédures de gestion évaluées utilisent la même méthode d'évaluation des données et des stocks, mais diffèrent dans les options relatives à la règle de contrôle des prises et à la réglementation sur les remises à l'eau. La procédure de gestion actuelle utilise une règle de contrôle des prises avec un taux de récolte maximal fixé au taux de récolte estimé au rendement maximal soutenu (U_{RMS}), ainsi qu'un seuil de TAC minimal de 1 992 et une limite de taille minimale de 55 cm (tableau 1).

Les simulations préliminaires ont montré que la procédure de gestion actuelle (PG1 dans le tableau 1) pourrait ne pas résister à long terme dans le modèle d'exploitation révisé (MPO, 2016), car les estimations de la productivité issues du modèle d'exploitation révisé sont inférieures à ce qui avait été estimé précédemment (Cox *et al.*[1]). Par conséquent, un taux de récolte maximal de 5,5 %, ce qui était généralement inférieur aux estimations du modèle d'évaluation des stocks de U_{RMS} utilisé dans la procédure de gestion actuelle, a été mis à l'essai dans les procédures de gestion alternatives. L'amélioration du rendement à long terme en matière de conservation implique généralement de faire des compromis entre le rendement à court terme et à long terme; cependant, le seuil actuel du TAC limite la portée pour ajuster le rendement de la procédure de gestion actuelle à n'importe quelle période.

Neuf alternatives à la procédure de gestion actuelle (PG 2 à 10 dans le tableau 1) ont été dérivées à partir des combinaisons de seuils de TAC (0; 1 800; ou 1 992 t), des périodes de mise en place progressive au cours desquelles de nouveaux taux de récolte maximaux inférieurs sont introduits (0, 3, 4 ou 5 ans), et de la réglementation sur la remise à l'eau des poissons qui n'ont pas la taille réglementaire (toutes les morues charbonnières de moins de 55 cm de long sont remises l'eau ou conservées et prises en compte dans l'ensemble des morues charbonnières capturées pour les quotas individuels transférables, quelle que soit leur taille). Les neuf procédures de gestion alternatives comprennent également une contrainte sur

[1] Cox, S., Holt, K., et Johnson, S. Un modèle révisé d'exploitation de la morue charbonnière (Anoplopoma fimbria) en Colombie-Britannique, au Canada, pour 2017-2018. Document de travail du CASP 2014GRF08. *En cours de révision.*

les augmentations du TAC qui stipule que les TAC restent à un certain niveau jusqu'à ce que l'augmentation recommandée du TAC soit d'au moins 200 t. Cette modification a été demandée par l'industrie afin de limiter les augmentations inutiles des TAC. Les neuf procédures de gestion alternatives diffèrent également de la procédure actuelle en ce qui concerne le niveau de réglage utilisé pour définir les distributions antérieures pour F_{RMS} et RMS dans la simulation de l'évaluation du stock : on leur a attribué des distributions antérieures plus serrées et plus précises pour ces paramètres afin de prendre en compte les réductions correspondantes de ces valeurs pour le modèle d'exploitation révisé.

Le rendement des procédures de gestion a été évalué à l'aide d'indicateurs de rendement quantitatif pour chaque objectif pour les pêches (tableau 2). Les indicateurs de l'état du stock sont tous mesurés à l'aide des véritables valeurs de la biomasse du stock reproducteur femelle et des prises issues du modèle d'exploitation. Deux générations de morues charbonnières (36 ans) ont été utilisées comme période « raisonnable » exigée par le cadre de l'approche de précaution du MPO (MPO, 2009), et 10 ans comme la période à court terme pour refléter les intérêts économiques de l'industrie. Les indicateurs de rendement et d'autres quantités d'intérêt ont été calculés au cours de 100 répétitions de la simulation (tableau 2).

Tableau 1. Procédures de gestion proposées évaluées pour la pêche de la morue charbonnière en Colombie-Britannique. La procédure de gestion actuelle est PG1, les procédures PG2-PG10 sont des alternatives. La colonne Augmentation minimale du TAC indique la plus petite augmentation du TAC autorisée en tonnes (t). La période de mise en place progressive montre le nombre d'années sur lequel le taux de récolte cible maximal diminuera par rapport à la valeur de 2017 de 0,08 à U_{MAX}. La réglementation sur la taille réglementaire consiste soit en un statu quo « remise à l'eau des poissons de moins de 55 cm » ou en la « conservation de toutes les prises », dans le cadre de laquelle aucune limite de taille n'est appliquée aux engins/secteurs et toutes les morues charbonnières capturées sont comptabilisées dans le QIT.

Procédure de gestion	Taux de récolte	Seuil du TAC (t)	Augmentation minimale du TAC (t)	Période de mise en place progressive (années)	Réglementation sur la taille réglementaire
PG1 : Actuelle	$\hat{U}_{MSY}$	1 992	0	0	Remise à l'eau < 55 cm
PG2	0,055	1 992	200	0	Remise à l'eau < 55 cm
PG3	0,055	1 992	200	0	Conservation de toutes les prises
PG4	0,055	1 800	200	0	Remise à l'eau < 55 cm
PG5	0,055	1 800	200	0	Conservation de toutes les prises
PG6	0,055	0,000	200	0	Remise à l'eau < 55 cm
PG7	0,055	0,000	200	3	Remise à l'eau < 55 cm
PG8	0,055	0,000	200	4	Remise à l'eau < 55 cm
PG9	0,055	0,000	200	5	Remise à l'eau < 55 cm
PG10	0,055	0,000	200	5	Conservation de toutes les prises

Tableau 2. Statistiques sur le rendement calculées pour chaque combinaison de procédure de gestion/scénario du modèle d'exploitation. L'intervalle $t = t_1, \ldots, t_2$ définit la période sur laquelle chaque statistique est calculée. La valeur de la probabilité P(déclin) utilisée pour l'objectif 2 diffère selon les scénarios en fonction de l'état du stock dans le modèle d'exploitation.

Objectif	Description	Indicateur de rendement
Objectif 1	Proportion des années de projection où la biomasse du stock reproducteur femelle excède $0{,}4B_{RMS}$. (Période : 2017-2052)	$P(fSSB > 0.4B_{MSY})$
Objectif 2	Proportion des tendances sur 10 ans en déclin (Période : 2017-2026)	$P(fSS\beta < 0) < P(decline)$
Objectif 3a	Proportion des années de projection où la biomasse du stock reproducteur femelle excède B_{RMS}. (Période : 2017-2052)	$P(fSSB > B_{MSY})$
Objectif 3b	Proportion des années de projection où la biomasse du stock reproducteur femelle excède $0{,}8B_{RMS}$. (Période : 2017-2052)	$P(fSSB > 0.8B_{MSY})$
Objectif 4	Proportion des années de projection où les prises débarquées sont supérieures à 1 992 tonnes. (Période : 2017-2052)	$P(C > 1{,}992\ t)$
Objectif 5	Moyenne des prises annuelles débarquées. (Période : 2017-2026)	C moyenne
Min et max	Minimum et maximum des prises débarquées. (Période : 2017-2026)	*C* min *C* max
Préférence de l'industrie	Modification annuelle moyenne absolue des prises débarquées (Période : 2017-2026)	*AAV*

Scénarios et simulations du modèle d'exploitation

Le modèle d'exploitation de la morue charbonnière révisé élaboré en janvier 2016 (MPO, 2016; Cox *et al.*[2]) met en œuvre un modèle d'exploitation des deux sexes structuré selon l'âge pour prendre en compte les différences de croissance, de mortalité et de maturation des morues charbonnières mâles et femelles. Deux autres changements structurels consistent en la mise en œuvre d'une matrice d'erreur vieillissante appliquée aux proportions selon l'âge du modèle et une révision de la composition logistique multivariable en fonction de l'âge qui réduit la sensibilité du modèle aux petites proportions selon l'âge. Ces changements ont amélioré le modèle pour l'adapter aux données sur la composition selon l'âge et sur les remises à l'eau en comparaison avec le modèle d'exploitation précédent, et ont réduit l'autocorrélation irréaliste dans le recrutement présente dans les estimations du modèle précédent (MPO, 2016).

Le scénario de données D2 de Cox *et al.*[1] (voir également MPO 2016) a été utilisé pour conditionner les scénarios du modèle d'exploitation aux fins d'analyses de simulation. Chaque scénario du modèle d'exploitation a été adapté aux éléments suivants :

i. série chronologique des prises conservées entre 1965 et 2016, y compris trois types de pêche commerciale (casier, palangre et chalut de fond) et deux relevés de recherche;

[2] Cox, S.P., Kronlund, A.R., Lacko, L. et Jones, M. A Revised Operating Model for Sablefish in British Columbia, Canada. Document de travail du CASP 2014GRF03. *En cours de révision.*

ii. série chronologique des remises à l'eau entre 1996 et 2016 pour la pêche au chalut et entre 2006 et 2016 pour la pêche au casier et à la palangre;

iii. indices de l'abondance relative à partir des prises par unité d'effort (CPUE) commerciales (1979-2009), des relevés au casier normalisés (1991-2009), et des relevés aléatoires au casier stratifiés (2003-2015); et

iv. données sur la composition selon l'âge issues de la pêche commerciale au casier de morues charbonnières, des relevés au casier normalisés et des relevés aléatoires au casier stratifiés.

Les données utilisées pour conditionner le modèle d'exploitation ont été mises à jour à partir des ensembles de données décrits par Cox *et al.*[2] pour inclure une année supplémentaire (2016) et une approche bayésienne des estimations à l'aide de la simulation de Monte-Carlo par chaînes de Markov (MCMC) a été utilisée pour générer des estimations a posteriori des paramètres pour les scénarios du modèle d'exploitation.

Cinq scénarios du modèle d'exploitation ont été utilisés pour tenir compte de l'incertitude quant à la productivité (c.-à-d. taux de variation de la relation stock-recrutement) et la biomasse du stock reproducteur femelle actuelle ($fSSB_{2016}$). Un scénario de référence qui représentait les hypothèses les plus plausibles a été basé sur les valeurs attendues pour la productivité et la $fSSB_{2016}$. Les quatre autres scénarios ont été sélectionnés en adaptant une distribution normale multivariée à la distribution combinée des échantillons après la MCMC pour ces deux variables, et en sélectionnant quatre points sur l'ellipse capturant les 80^e percentiles centraux dans chaque dimension. Les quatre alternatives au scénario de référence représentaient les combinaisons suivantes :

1. productivité élevée, fSSB2016 moyenne (hiProd/expSSB);
2. productivité faible, fSSB2016 moyenne (loProd/expSSB);
3. productivité moyenne, fSSB2016 élevée (expProd/hiSSB); et
4. productivité moyenne, fSSB2016 faible (expProd/loSSB).

Le rendement des procédures de gestion par rapport aux cinq objectifs a été classé dans les scénarios du modèle d'exploitation, ainsi que pondéré selon les scénarios du modèle d'exploitation. Les poids ont été attribués aux scénarios en fonction des densités de probabilité normalisées à chaque point productivité-$fSSB_{2016}$ associé sur la distribution combinée a posteriori, ce qui a entraîné une probabilité de 36 % que le scénario de référence attendu se produise et des probabilités de 16 %, 16 %, 15 %, et 17 % que les scénarios hiProd/expSSB, loProd/expSSB, expProd/hi SSB et expProd/loSSB se produisent, respectivement.

Résultats

Les résultats de la simulation ont montré que la procédure de gestion actuelle n'était pas en mesure d'atteindre les trois objectifs de conservation sous n'importe lequel des cinq scénarios du modèle d'exploitation pris en compte, et qu'elle était toujours classée en dernier en ce qui concerne le rendement pour ces objectifs (tableau 3). Cette constatation diffère des analyses de simulation précédentes de la procédure de gestion actuelle menées à l'aide du modèle d'exploitation de 2011 (Cox *et al.*, 2011; MPO, 2011), qui estimaient que la productivité du stock était supérieure à ce que le modèle d'exploitation révisé de 2016 a utilisé.

D'après le rendement pondéré-moyen des cinq scénarios du modèle d'exploitation, les procédures de gestion qui incluaient des seuils de TAC (PG 2-5) n'étaient pas en mesure d'atteindre des objectifs de conservation, même lorsque la réglementation sur la remise à l'eau des poissons de taille non réglementaire exigeait que toutes les prises de morues

charbonnières de taille réglementaire ou non (<55 cm) soient prises en compte dans le TAC (ce qui est désigné par le terme « conservation de toutes les prises » dans le présent document; PG 3 et 5 dans le tableau 3). Les PG qui incluaient l'ajout de la conservation de toutes les prises (PG 3, 5 et 10) avaient généralement un meilleur rendement par rapport aux objectifs de conservation que les PG identiques sans conservation de toutes les prises (PG 2, 4 et 9, respectivement). En l'absence de la conservation de toutes les prises de morue charbonnière, la PG9, qui comprend une période de mise en place progressive de 5 ans pour atteindre le plus bas taux de récolte de 5,5 %, a été en mesure d'atteindre les objectifs de conservation 1 et 2, tout en fournissant des prises moyennes sur 10 ans de 1 690 t (tableau 3), sous le seuil de TAC actuel de 1 992 t. L'utilisation de PG semblables avec des périodes de mise en place progressive plus courtes (p. ex., PG 6-8) n'a entraîné pratiquement aucun gain de rendement en matière de conservation dans le commerce pour des prises un peu réduites (tableau 3).

Aucune des PG évaluées n'a été en mesure d'atteindre les objectifs de conservation 3a et 3b avec la certitude requise en vertu de n'importe lequel des scénarios de productivité (tableau 3, figure 3). L'atteinte de cet objectif sous une forme ou une autre exige que la biomasse du stock reproducteur reste au-dessus du B_{RMS} (objectif 3a), ou de $0,8B_{RMS}$ (objectif 3b) si le stock se trouve sous $0,8B_{RMS}$, dans 50 % des années mesurées sur deux générations de morues charbonnières (36 ans). Les PG avec des taux de récolte maximaux de 5,5 % (PG 6 et 9 dans la figure 3) et les PG qui exigent la conservation de toutes les prises de poissons n'ayant pas la taille réglementaire (PG10 dans la figure 3) ont été en mesure de promouvoir la croissance du stock vers l'objectif de 0,8 B_{RMS} d'ici la fin de la période de projection de 36 ans. Cependant, aucune PG n'a été en mesure d'augmenter le stock à ce niveau et de le maintenir au-dessus de ce niveau pendant 18 des 36 années de projection, car l'état actuel du stock est inférieur à $0,5B_{RMS}$ (allant de $0,38B_{RMS}$ à $0,46B_{RMS}$, en fonction du scénario du modèle d'exploitation), et les estimations de la productivité à partir du modèle d'exploitation révisé sont inférieures aux estimations précédentes, de sorte que les augmentations de la biomasse sont plus lentes que ce qui avait été estimé avec le modèle d'exploitation précédent. Les compromis entre les prises, la période nécessaire pour atteindre ces objectifs et le risque acceptable pour cet objectif, doivent être examinés davantage. Si on veut atteindre les objectifs 3a et 3b, il faudra prendre en compte les PG alternatives qui permettent d'autres réductions des prises que les PG présentées ici.

Sources d'incertitude

Le modèle d'exploitation révisé continue de supposer que le stock de morue charbonnière en Colombie-Britannique est une population fermée, malgré des signes probants de déplacements parmi les stocks de morues charbonnières en Alaska et dans les eaux américaines au sud de la Colombie-Britannique. Ces mouvements pourraient avoir des répercussions sur les hypothèses formulées sur la dynamique des stocks de morues charbonnières en Colombie-Britannique (c.-à-d. recrutement, productivité) qui ne sont pas actuellement prises en compte par le modèle d'exploitation révisé ou qui ne se reflètent pas dans les évaluations du rendement des procédures de gestion.

Tableau 3. La moyenne (pondération) du rendement des procédures de gestion calculée dans le cadre de cinq scénarios de modèle d'exploitation avec une pondération égale à 36 % pour le scénario productivité attendue-biomasse du stock reproducteur femelle actuelle et à 16 %, 16 %, 15 % et 17 % pour les scénarios représentant d'autres combinaisons de la productivité et de la biomasse du stock reproducteur femelle actuel. Les valeurs numériques sous les colonnes des objectifs 1 à 4 représentent les probabilités moyennes estimées pour tous les scénarios du modèle d'exploitation et sont indiquées lorsqu'un objectif n'est pas atteint. Un point noir (•) est utilisé pour montrer qu'une procédure de gestion atteint un objectif lorsqu'elle est mise à l'essai dans l'ensemble des cinq scénarios du modèle d'exploitation. La probabilité P(déclin) diffère selon les scénarios en fonction de l'état du stock dans le modèle d'exploitation. C min et C max sont les prises débarquées minimum et maximum dans la période 2017-2026 en milliers de tonnes (t). AAV est la modification annuelle moyenne absolue des prises débarquées (2017-2026) en centaines de tonnes. D2017 et C2017 sont l'affaissement des stocks et l'estimation des prises débarquées (en milliers de tonnes) en 2017.

Procédure de gestion	Objectif						*C* min	*C* max	*AAV*	D_{2017}	C_{2017}
	Obj. 1 P(fSSB >0,4B_{RMS})	Obj. 2 P(fSSB< 0) < P(déclin)	3a P(fSSB >B_{RMS})	3b P(fSSB > 0,8B_{RMS})	4 P (C > 1 992 t)	5 C moyenne (t)					
PG 10	•	•	0,19	0,37	0,54	1,73	1,32	2,16	12,02	0,19	2,00
PG 6	•	•	0,14	0,31	0,43	1,60	1,21	1,87	11,83	0,19	1,38
PG 7	•	•	0,13	0,29	0,43	1,65	1,24	2,11	12,75	0,19	2,00
PG 8	•	•	0,13	0,29	0,43	1,67	1,26	2,13	12,62	0,19	2,00
PG 9	•	•	0,12	0,28	0,44	1,69	1,27	2,15	12,75	0,19	2,00
PG 5	0,91	0,02	0,18	0,35	0,47	1,84	1,79	1,95	2,30	0,19	1,79
PG 3	0,87	0,07	0,16	0,32	0,43	1,99	1,98	2,04	0,59	0,19	1,98
PG 4	0,84	0,10	0,11	0,25	0,36	1,83	1,79	1,92	2,17	0,19	1,79
PG 2	0,77	0,16	0,09	0,21	0,31	1,99	1,98	2,02	0,46	0,19	1,98
PG 1 : PG actuelle	0,76	0,18	0,05	0,14	0,48	2,11	1,98	2,26	2,52	0,19	2,02

Le modèle d'exploitation révisé de 2016 suppose que la morue charbonnière en Colombie-Britannique se trouvait à un état d'équilibre non exploité en 1965, malgré des données anecdotiques indiquant le contraire dans les années 1960 et 1970. Les futures simulations de l'évaluation des stratégies de gestion devraient prendre en compte des hypothèses alternatives pour l'exploitation avant les années 1960.

CONCLUSIONS ET AVIS

Lorsqu'on l'a évaluée par rapport au modèle d'exploitation révisé (MPO, 2016), la procédure de gestion actuelle n'était pas en mesure d'atteindre les trois objectifs de conservation dans aucun des cinq scénarios productivité-biomasse du stock reproducteur du modèle d'exploitation et se classait systématiquement en dernière position en ce qui concerne le rendement en matière de conservation. Il est recommandé de prendre en compte les procédures de gestion alternatives pour la pêche de la morue charbonnière.

D'après le rendement pondéré-moyen dans les cinq scénarios du modèle d'exploitation de productivité-biomasse du stock reproducteur, les procédures de gestion qui incluaient des seuils de TAC n'étaient pas en mesure d'atteindre les objectifs de conservation, tandis que les procédures de gestion sans seuil de TAC pouvaient atteindre ces objectifs. La longueur de la période de mise en place progressive d'un taux de récolte maximal inférieur n'a pas eu d'effet majeur sur le rendement de la procédure de gestion par rapport aux objectifs de conservation.

Les procédures de gestion qui comprennent l'ajout de la conservation de toutes les prises (ce qui signifie ici que tous les poissons ayant atteint la taille réglementaire et d'une taille inférieure à la taille réglementaire [< 55 cm] sont pris en compte pour le QIT) ont donné lieu à un meilleur rendement par rapport aux objectifs de conservation en comparaison avec les procédures de gestion identiques qui n'incluent pas la conservation de toutes les prises.

Ni la procédure de gestion actuelle, ni aucune des procédures de gestion alternatives n'ont atteint des niveaux de fSSB supérieurs au B_{RMS}, ou à 0,8 B_{RMS} dans 50 % des années mesurées sur deux générations de morues charbonnières (le troisième objectif de conservation), bien que certaines procédures de gestion ont été en mesure d'augmenter la biomasse du stock reproducteur jusqu'à 0,8 B_{RMS} d'ici la fin des deux générations de morues charbonnières (36 ans). Il est recommandé d'étudier davantage les compromis entre l'atteinte de 0,8 B_{RMS} dans 50 % des années sur deux générations de morues charbonnières (l'objectif actuel) et l'atteinte de 0,8 B_{RMS} en deux générations de morues charbonnières. En l'absence de la conservation de toutes les prises de morues charbonnières, une procédure de gestion comportant l'atteinte progressive d'un nouveau taux de récolte maximal ciblé de 5,5 % sur 5 ans a pu atteindre deux des objectifs de conservation, tout en fournissant des prises moyennes sur 10 ans de 1 690 t, sous le seuil actuel du TAC de 1 992 t.

Un échantillonnage non uniforme des données liées à la composition selon l'âge des prises commerciales (seules les données sur la composition selon l'âge dans le cadre de la pêche au casier sont actuellement disponibles) a alimenté les problèmes liés au modèle systématiquement observés pendant le processus d'évaluation des stratégies de gestion de la morue charbonnière en Colombie-Britannique (Cox *et al.*, 2011; MPO, 2011, 2014). Il est recommandé de porter attention à la conception et à la mise en œuvre d'un programme d'échantillonnage des prises commerciales dans l'ensemble des secteurs de pêche.

L'évaluation de la stratégie de gestion représente un processus itératif de changement et d'amélioration. Il est recommandé de réévaluer le caractère adéquat des modèles d'exploitation et des procédures de gestion de la morue charbonnière de la Colombie-Britannique tous les trois ans.

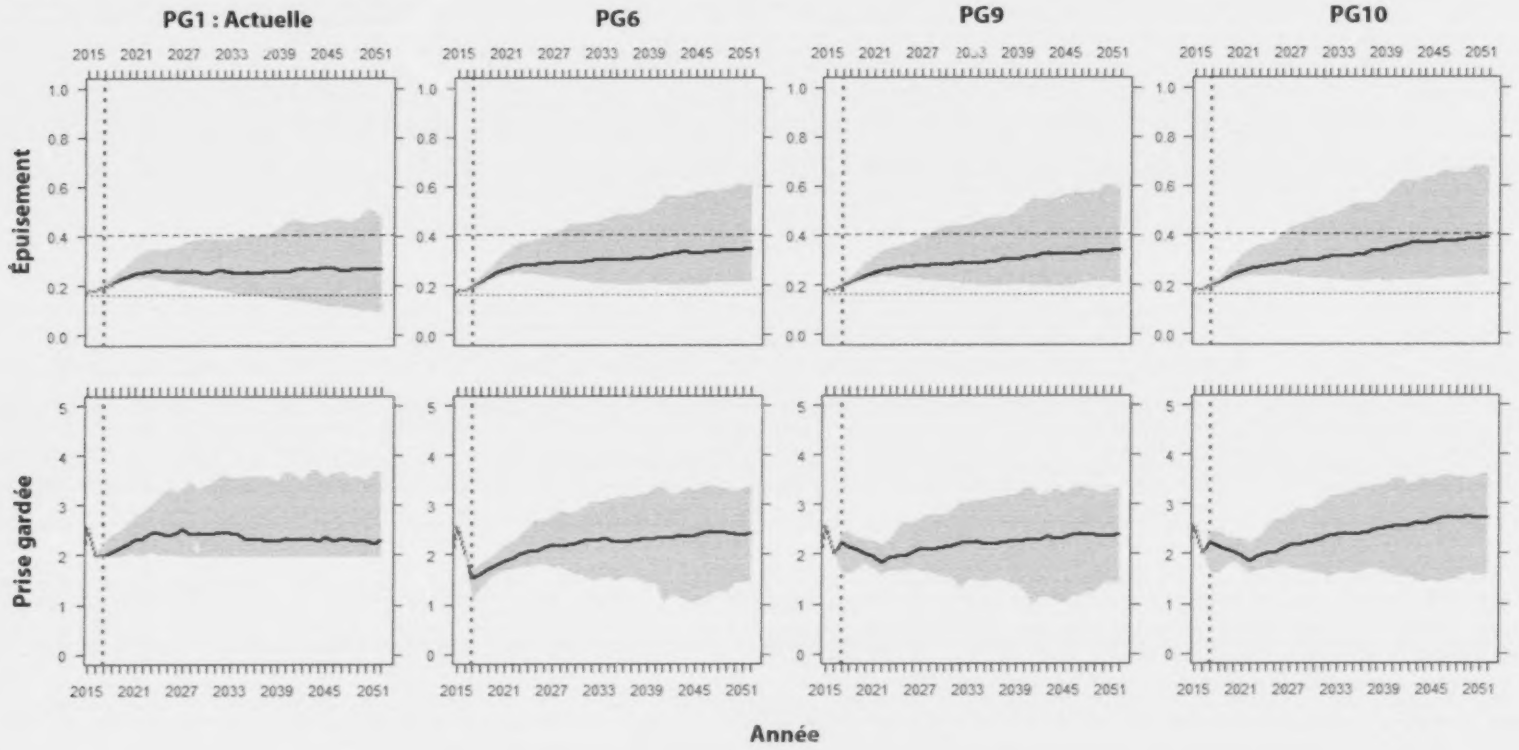


Figure 3. Distributions projetées pour l'épuisement de la biomasse du stock reproducteur femelle du modèle d'exploitation (c.-à-d. $fSSB_y/fSSB_0$) (en haut) et des prises conservées (en bas) à partir de quatre procédures de gestion simulées (colonnes de gauche à droite : PG1 (la PG actuelle), PG6, PG9 et PG10) dans le cadre du scénario de référence (productivité moyenne/$fSSB_{2016}$ moyenne). Les distributions en gris représentent les 80 % centraux des résultats de 100 répétitions de simulation, tandis que les lignes pleines noires indiquent les valeurs médianes. Les lignes horizontales dans les panneaux supérieurs marquent le point de référence limite de la biomasse (0,4 B_{RMS}- ligne pointillée inférieure) et B_{RMS} (ligne discontinue supérieure).

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de l'examen régional par les pairs du 10-11 janvier 2017 sur l'Évaluation de la solidité des procédures de gestion pour la pêche à la morue charbonnière (*Anoplopoma fimbria*) en Colombie-Britannique, Canada, 2017-18. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada (MPO).

Beamish, R.J., MacFarlane, G.A. 1983. Summary of results from the Canadian Sablefish Tagging Program. *In* Proceedings of the international sablefish symposium. Lowell Wakefield Fisheries Symposia Series, p. 147-83. Univ. of Alsaka Sea Grant Report 83-8.

Cox, S.P., Kronlund, A.R. 2009. Evaluation of interim harvest strategies for Sablefish (*Anoplopoma fimbria*) in British Columbia, Canada for 2008/09. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2009/042. vi + 82 p.

Cox, S.P., Kronlund, A.R., Lacko, L. 2011. Management procedures for the multi-gear Sablefish (*Anoplopoma fimbria*) fishery in British Columbia, Canada. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc.2011/063. viii + 45 p.

Cox, S.P., Kronlund, A.R., Wyeth, M.R. 2009. Development of precautionary management strategies for the British Columbia Sablefish (*Anoplopoma fimbria*) fishery. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2009/043. vi + 145 p.

Hanselman, D.H., Heifetz, J., Echave, K.B., Dressel, S.C. 2015. Move it or lose it: movement and mortality of sablefish tagged in Alaska. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 72: 238-251. 10.1139/cjfas-2014-0251

Kimura, D.K., Shimada, A.M., Lowe, S.A. 1993. Estimating Von Bertalanffy growth parameters of sablefish *Anoplopoma fimbria* and Pacific cod *Gadus macrocephalus* using tag recapture-data. Fish. Bull. 91: 271-280.

MPO. 2009. Un cadre décisionnel pour les pêches intégrant l'approche de précaution.

MPO. 2011. Regional Science Advisory Process on Management procedures for the multi-gear sablefish (*Anoplopoma fimbria*) fishery in British Columbia, January 17, 2011. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2011/053. vi + 16 p.

MPO. 2013. Examen de la structure de la population de morue charbonnière du Pacifique Nord-Est et de son incidence sur les pêches canadiennes sur les monts sous-marins. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2013/17.

MPO. 2014. Rendement d'une procédure révisée de gestion de la morue charbonnière en Colombie-Britannique. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2014/025.

MPO. 2016. Élaboration du modèle d'exploitation de la morue charbonnière (*Anoplopoma fimbria*) en Colombie-Britannique, au Canada. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2016/015.

CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région du Pacifique
Pêches et Océans Canada
3190, chemin Hammond Bay
Nanaimo (Colombie-Britannique) V9T 6N7

Téléphone : (250) 756-7208
Courriel : csap@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-5117
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2017

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2017. Un modèle révisé d'exploitation de la morue charbonnière (*Anoplopoma fimbria*) en Colombie-Britannique, au Canada, pour 2017-2018. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2017/017.

Also available in English:

DFO. 2017. Evaluating the robustness of management procedures for the Sablefish (Anoplopoma fimbria) fishery in British Columbia, Canada for 2017-18. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2017/017.